

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-124
補助事業名 平成27年度 自己潤滑膜を生成するハイブリッドポリマーベアリングの
開発補助事業
補助事業者名 横浜国立大学 研究推進機構/共同研究推進センター

1 研究の概要

クリーン環境や海洋環境、蒸気・化学物質浮遊環境など特殊環境用途での軸受に代表されるような機械部品の摺動部の超寿命および軽量化を図ることを目的として、使用中に自己潤滑膜の摺動部への生成を試みた。産学共同実施による本研究では、機械的に強靱な性質をもつ熱可塑性樹脂 PEEK 軸受の軌道輪と玉の保持器を機械加工で作製し、アルミナ玉を用いてラジアル方向への繰返し荷重下での転動疲労試験を行い、自己潤滑膜の生成および損傷、および摩耗の発生状況について調べた。機械加工作製による PEEK 樹脂の内外輪とアルミナ玉、PTFE 複合材保持器の組合せにおいて、無潤滑でのラジアル荷重下での転動疲労試験を行った。保持器からの摩耗粉が変質し PEEK 内輪軌道面表面に自己潤滑膜が生成したことが判った。この自己潤滑膜の効果により許容ラジアル荷重は従来に比較し 10 倍以上に増加した。

2 研究の目的と背景

クリーン環境や海洋環境、蒸気・化学物質浮遊環境など特殊環境用途での軸受などの摺動部の超寿命および軽量化を図ることを目的として、使用中に自己潤滑膜の摺動部への生成を試みた。使用中に自己潤滑膜を軌道輪に再生させ、はく離を抑制できれば従来よりも 10 倍以上の寿命が期待できる。このことにより自然エネルギー分野や輸送機器分野などの次世代産業に機械材料の点から貢献する。

3 研究内容

(1) ハイブリッドポリマーベアリングの開発 (URL)

<http://www.ktakahashi.ynu.ac.jp/research.html>

(2) ハイブリッドポリマーベアリングの調査

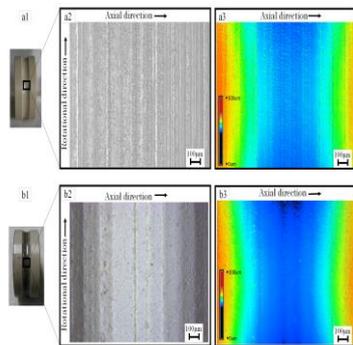
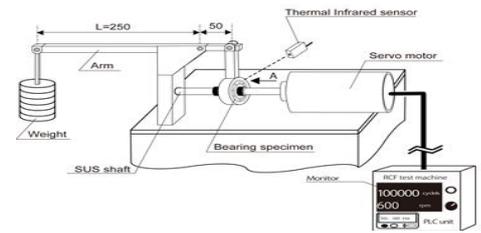
①試作品設計および製作

特殊環境下で使用できる自己潤滑性ハイブリッド
ポリマーベアリングを「全機械加工」により製作。



②材料評価試験（疲労・環境・しゅう動）

劣化加速試験設備（吉則式疲労試験機など）にてベアリングの強度、寿命およびしゅう動性等の評価を実施。内輪軌道面表面に自己潤滑膜が生成したことが判った。この自己潤滑膜の効果により許容ラジアル荷重は従来に比較し10倍以上に増加した。

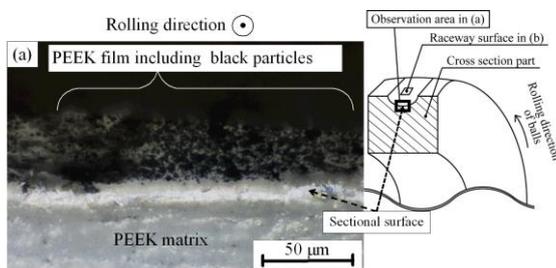


図②-1 内輪軌道輪の顕微鏡写真:(a) 試験前, (b)後

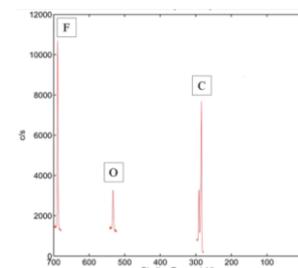


図②-2 転がり疲労試験機

③試験片および生成物の分析および観察しゅう動部の曲率形状と潤滑膜生成や耐久性をレーザ顕微鏡やX線回折などの大学の機器を利用して調査(図③-1, 2) 総合的にハイブリッドポリマーベアリングの長寿命および高効率化を目指す。



図③-1 内輪軌道輪の自己潤滑膜（拡大）



図③-2 自己潤滑膜のX線による分析

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本研究を通じて特殊環境下で使用できる自己潤滑性ハイブリッドポリマーベアリングを全機械加工により開発する。このことは、ベアリング等のしゅう動部品に於いて致命となる

軌道面の損傷を抑え長寿命化に繋がり、資源の節約とエネルギー効率化に貢献且つ付加価値生産性を発展させる。使用中に自己潤滑膜を軌道輪に再生させ、損傷を抑制できれば従来よりも10倍以上の寿命が期待できる。全機械加工によるプラスチック部品の超寿命化を達成することで、資源の節約に繋げ、プラスチックの利点である加工のし易さを活かし独自形状など多品種少量生産への発展が期待される。例えば軽量化を要する輸送機器産業や機械設備のしゅう動部品を含む機械要素（軸受やガイド）、産業用機器のカスタムオーダー生産にも転用できるのでその応用分野は幅広い。またエネルギー機器など開発分野、流体、ポンプ設備、塗装、エッチング、海洋、洗浄、食品、薬品、農作業機器などの産業・開発分野に貢献が期待できる。水や熱水を潤滑剤とした摺動部材料のニーズに対しセラミックでは機械加工に難がありカスタムメイドに対応が困難なため、コストパフォーマンスに優れたプラスチックに着目した。プラスチックの利点である加工のし易さを最大に活かし独自形状の高付加価値部品を作製できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

樹脂/セラミックスを用いた特殊環境用途の機械要素部品への応用として位置づけられる本研究では、PEEK/PTFE複合材とアルミナから構成されるハイブリッド軸受の開発および転動・摩擦磨耗特性の評価を行なった。全機械加工製によるPEEK樹脂の内外輪とアルミナ玉、PTFE複合材保持器の組合せにおいて、ドライ環境ラジアル荷重下での転動疲労試験の結果、PEEK内輪軌道面全周にわたってサブミクロンオーダー厚みの黒褐色の自己潤滑膜が生成した。この自己潤滑膜再生の効果により許容ラジアル荷重は従来に比較し10倍以上に増加した。将来的に高分子とセラミックによる自己修復機能を有する摺動部品等の開発・長寿命設計を進める上で貴重な成果が得られた。

また、大学研究教育に於いて、学生が企業と一緒に主体的に研究に取り組むことが出来、研究開発スキルやヒントを得る有益な経験が得られ、エンジニアを目指す学生にプラスになったようである。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

(1) 横浜国立大学 古池他1名、自己潤滑膜を生成するハイブリッドポリマーベアリングの開発、2015年10月28日（水）、神奈川県産業技術センター 2階・中2階ホール、ものづくり技術交流会 ◎機械設計・加工・材料関連技術にて発表。

(2) 横浜国立大学 古池、PEEK樹脂の転がりならびに摺動下における強度に関する基礎的研究、2016年4月22日（金）、東京機械振興会館B3-6室、精密工学会 成型プラスチック歯車研究部会、第123回研究会にて発表。

[1] [Hitonobu Koike](#), Katsuyuki Kida, Edson Costa Santos, Justyna Rozwadowska, Yuji Kashima, Kenji Kanemasu, Self Lubrication of PEEK Polymer Bearings in

Rolling Contact Fatigue under Radial Loads, *Tribology International*, Vol 49, 30-38, (2012).

[2] Hitonobu Koike, Katsuyuki Kida, Koshiro Mizobe, Xiaochen Shi, Shunsuke Oyama, Yuji Kashima, Wear of hybrid radial bearings (PEEK ring-PTFE retainer and alumina balls) under dry rolling contact, *Tribology International*, 90, (2015), 77–83.

[3] Hitonobu Koike, Mizuho Kiba, Kazuya Nishitani, Kenji Kanemasu, and Katsuyuki Kida, Comparison of accuracy of backlash and fatigue wear of PEEK-graphite composite and UHMWPE bushes in robot joint, *Proc. book. 'Frontiers of Manufacturing Science and Measuring Technology V* (ISBN:978-1-60595-270-3)', pp 655-662.

7 補助事業に係る成果物

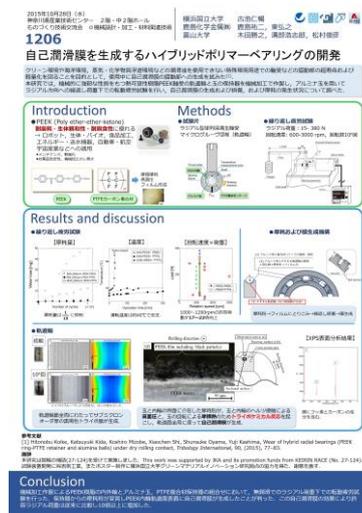
(1) 補助事業により作成したもの

① 平成27年 神奈川県ものづくり技術交流会 予稿に収録 (予稿集ページ 1PS-1206)

http://www.kanagawa-iri.jp/2015/09/201510_koryukai.html (URL)

http://www.kanagawa-iri.jp/wp-content/uploads/filebase/koryukai/2015/H27_1P_S.pdf

② 平成27年 神奈川県ものづくり技術交流会ポスター (A0サイズ)



(2) (1) 以外で当事業において作成したもの
その他 特になし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 横浜国立大学 (ヨコハマコクリツダイガク)

住所： 〒240-8501

神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5

申請者： 担当 小池 (コイケ)

担当部署： 研究推進機構 (ケンキュウスイシンキコウ)

E-mail： infojka124@gmail.com

URL： <http://www.ktakahashi.ynu.ac.jp/research.html>